

Глебов И.Т. Дереворежущее оборудование с ЧПУ.

Презентация

Учебно-наглядное издание

Дано понятие станка с ЧПУ, история рождения станков, приведена конструкция фрезерного станка и его элементов.

Дана характеристика программы **VicStudioTM**. Приведена структура управляющей программы. Показано начало координат станка и детали. Приведены примеры подготовки управляющей программы.

Ключевые слова: станок с ЧПУ, начало координат станка, начало координат детали, управляющая программа, структура кадра управляющей программы.

Объем 40 слайдов

Екатеринбург, 2017

Деревообрабатывающее оборудование с ЧПУ

Проф. И.Т. Глебов

Кафедра инновационных технологий и
оборудования деревообработки

Общие сведения

Изобретателем станка с ЧПУ считается Джон Пэрсонс (John T. Parsons, США, 1952 г.), который предложил конструкцию станка для обработки пропеллеров самолетов с управлением по программе, вводимой с перфокарт.

Русская аббревиатура ЧПУ соответствует англоязычной CNC (Computer numerical control) – компьютерное цифровое управление.

Станки с ЧПУ – конструктивно сложные машины, у которых наблюдается тенденция к возрастанию функциональности и усложнению оборудования. В результате этого цена станка стремится к увеличению. Обычно цену считают в евро за 1 кв. м площади габаритных размеров. Средняя цена станков европейских производителей составляет 19,8...22,6 тыс. евро/кв.м.

Станок с ЧПУ – это рабочая машина, обеспечивающая точное автоматическое перемещение рабочих органов (режущего инструмента, базовых линеек, упоров и т.д.) по управляющей электронной программе.

Продолжение

Обрабатывающий центр – позиционный станок с системой ЧПУ, автоматической сменой режущего инструмента и выполнением нескольких технологических операций по обработке детали с одной установки.

Классификация станков с ЧПУ

Часто классификацию проводят по следующим признакам:

- по конструктивным признакам;**
- по уровню технических возможностей;**
- по технологическому назначению;**
- по числу потоков информации;**
- по принципу задания программы;**
- по принципу привода;**
- по числу одновременно управляемых координат;**
- по способу подготовки и ввода управляющей программы.**

Конструкция станка с ЧПУ



Фрезерный станок с ЧПУ:

- 1 – рама; 2 – блок управления;
- 3 – продольные направляющие;
- 4 – портал; 5 – шпиндель
- механизма главного движения;
- 6 – ограждение-щетка для
- удаления стружек;
- 7 – стол

Механическая схема

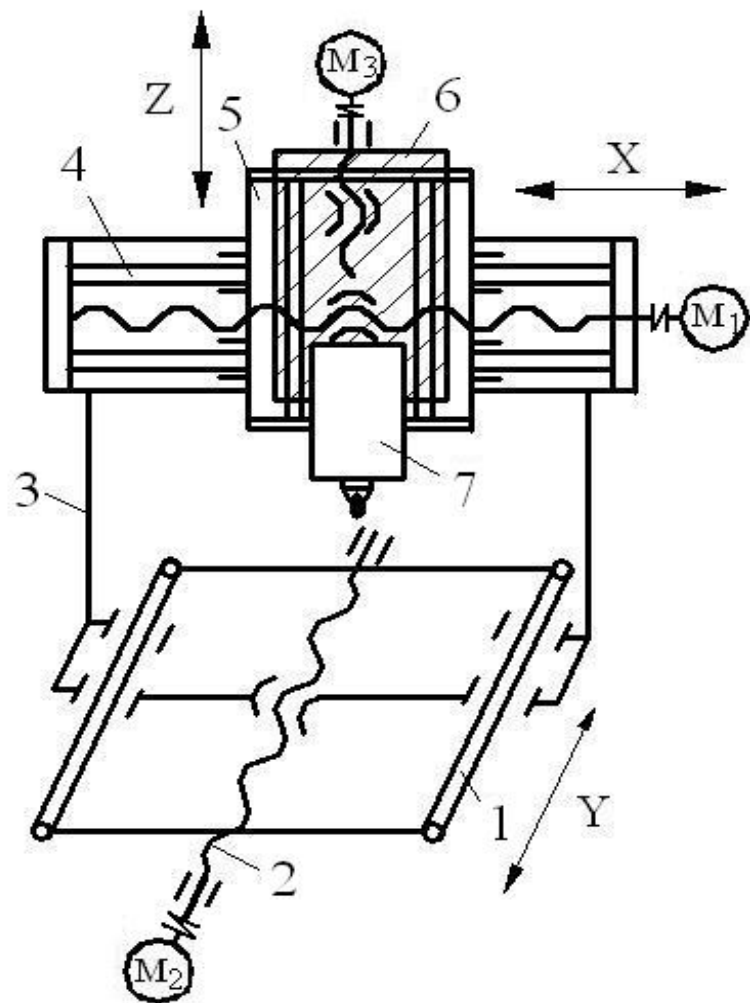


Схема фрезерного станка:

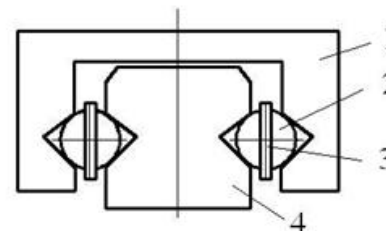
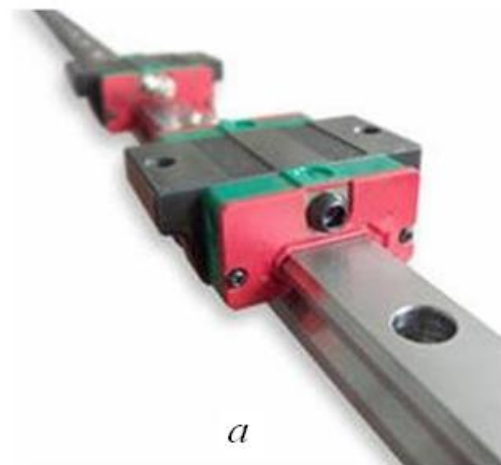
- 1 – продольные направляющие; 2 – винт;
- 3 – портал; 4 – поперечные направляющие портала; 5 – суппорт поперечного перемещения;
- 6 – суппорт вертикальных перемещений;
- 7 – шпиндель

Функциональные механизмы

Станина

Механизм базирования заготовки

Направляющие оси



Рельсовая шариковая направляющая:

a – общий вид; *б* – схема взаимодействия шариков с рельсом и кареткой; 1 – каретка; 2 – шарики; 3 – плоский сепаратор; 4 – рельс

Ходовые винты



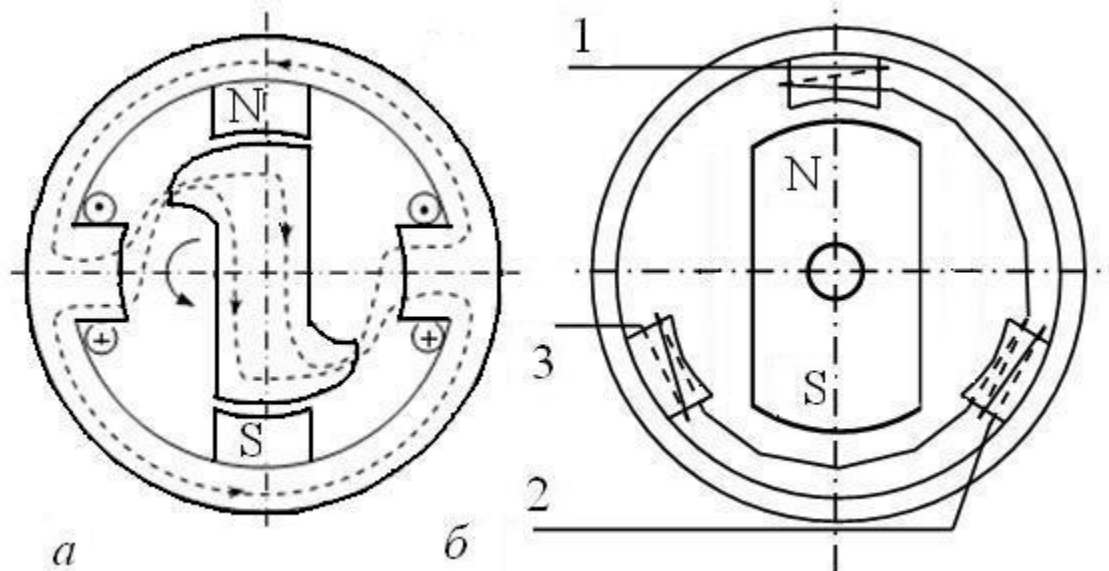
Шарико-винтовая передача

Двигатели

В станках с ЧПУ для выполнения перемещений по осям применяются шаговые электродвигатели или серводвигатели.

Продолжение

Шаговый двигатель – это электромеханическое устройство, преобразующее сигнал управления в угловое (или линейное) перемещение ротора с фиксацией его в заданном положении без устройства обратной связи.



Шаговый двигатель с шагом:

$a - 90^\circ$; $б - 60^\circ$; 1, 2, 3 – провода обмоток полюсов

Продолжение

Главный шпиндель. Магазин инструментов. Система управления

В системе ЧПУ любого станка можно выделить три подсистемы:

- подсистему управления;
- подсистему приводов;
- подсистему обратной связи.

Важнейшей технической характеристикой системы ЧПУ является ее **разрешающая способность**, т. е. минимально возможная величина линейного и углового хода исполнительного элемента станка, соответствующая одному управляющему импульсу. Большинство современных систем ЧПУ имеют дискретность **0,001; 0,01 мм/импульс**.

Программа в компьютере должна знать – сколько шагов должен выполнить шаговый электродвигатель при перемещении суппорта на 1 мм (например, 150). Если перемещение должно быть 10 мм, то программа пошлет в драйвер 1500 импульсов step, а драйвер обеспечит правильное включение обмоток для заданного направления вращения двигателя. Если нужно вернуть систему обратно, то сигнал dir поменяет значение на противоположное, а программа пошлет снова 1500 импульсов step, и система вернется обратно.

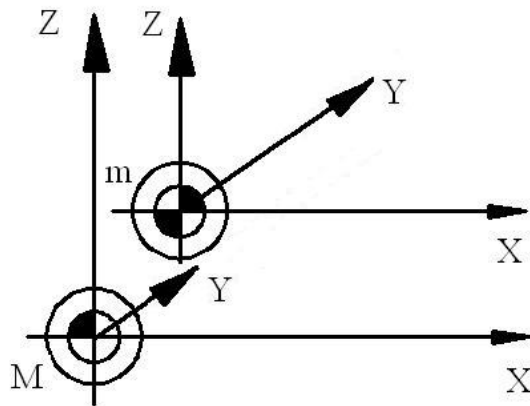
Управление станком

Управление станком осуществляется управляющей программой, которая взаимодействует с многочисленными подпрограммами, разработанными заводом изготовителем станка. Например, для управления работой станка BEAVER-9AT рекомендуется на компьютер установить **программу контроля движения VicStudioTM и карту контроля движения.**

Программа VicStudioTM поддерживает G и M коды, обеспечивает ручное управление станком, пошаговый или автоматический возврат к машинному началу координат, отслеживает динамический тренинг перемещений на экране, выполняет автоматическую калибровку шпинделя по оси Z.

Система координат станка

Любая точка траектории перемещения инструмента определяется системой координат. Для этого при изготовлении станка в ближнем левом углу стола устанавливается нулевая точка, в которой условно помещается начало прямоугольной декартовой системы координат с осями абсцисс X , ординат Y , аппликат Z . Оси координат располагаются параллельно физическим осям (направляющим) станка. Ось X – в основном всегда проходит горизонтально.

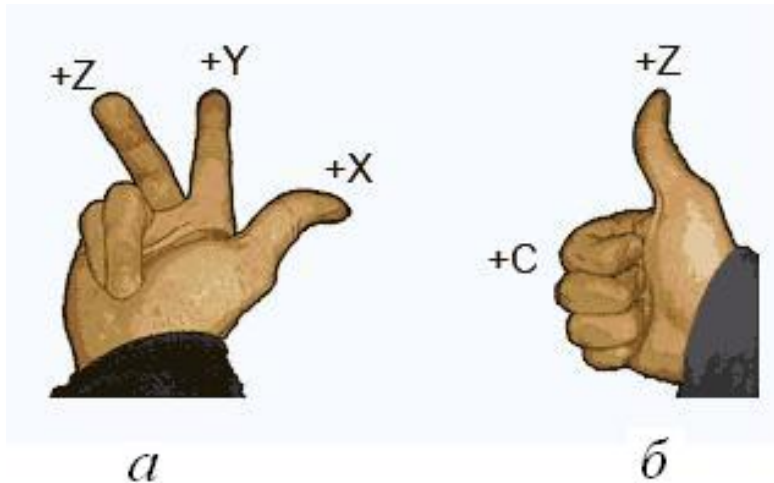


M - машинная система координат ;

m - это физическая позиция, установленная производителем станка при помощи концевых выключателей или датчиков и не подлежит изменению пользователем.

Направления осей координат

Положительные направления осей определяются правилом правой руки. Если правую руку положить на стол ладонью вверх и три первых пальца постараться расположить перпендикулярно друг другу, то получим: большой палец укажет положительное направление оси X , указательный палец – положительное направление оси Y , средний палец – оси Z

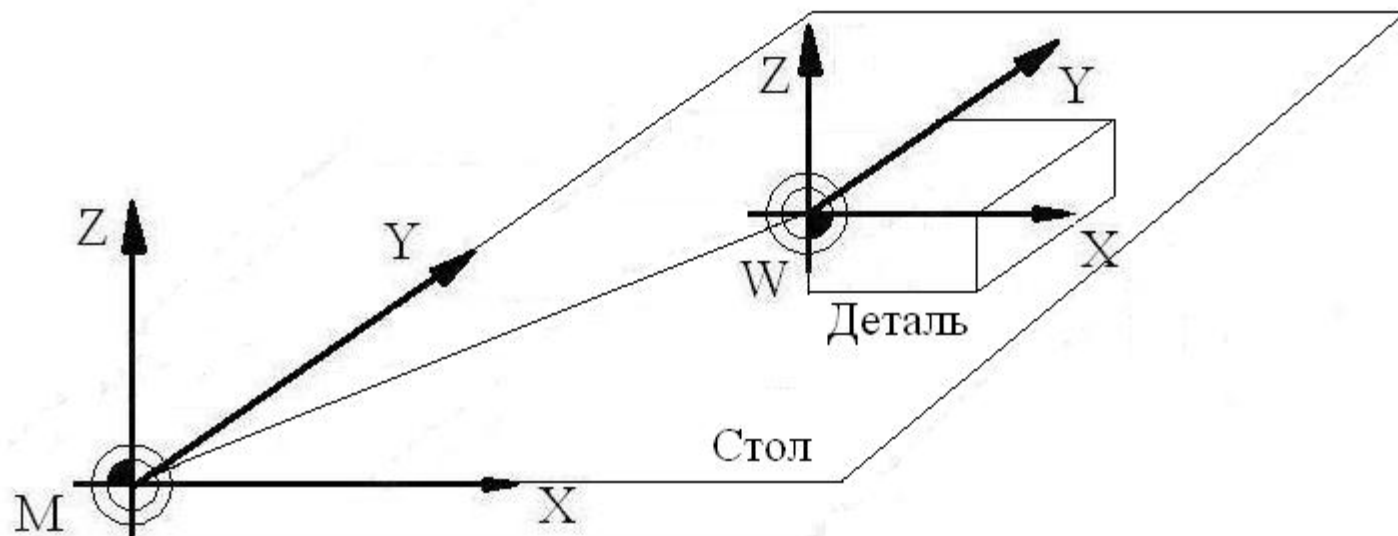


Правило правой руки для определения направления:
a – осей координат станка;
б – вращения вокруг осей

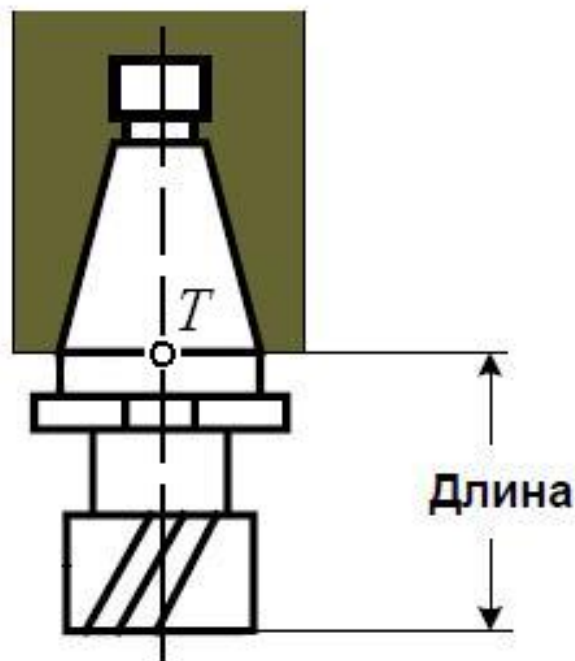
Система координат детали

- Система координат детали является главной системой для программирования обработки и назначается чертежом или эскизом детали.
- Система координат детали задается технологом или программистом при разработке технологии изготовления детали на станке с ЧПУ. Она имеет свои оси координат, свое начало отсчета, относительно которого определены все размеры детали и задаются координаты всех опорных точек контуров детали.
- Точку начала координат детали называют **нулем детали** или **нулевой точкой детали** и обозначают символом *W*. В системе координат детали пишется управляющая программа для обработки детали на станке.
- Начало координат детали должно быть расположено на базовой поверхности чертежа, в базовой точке, от которой проставлены размеры чертежа.

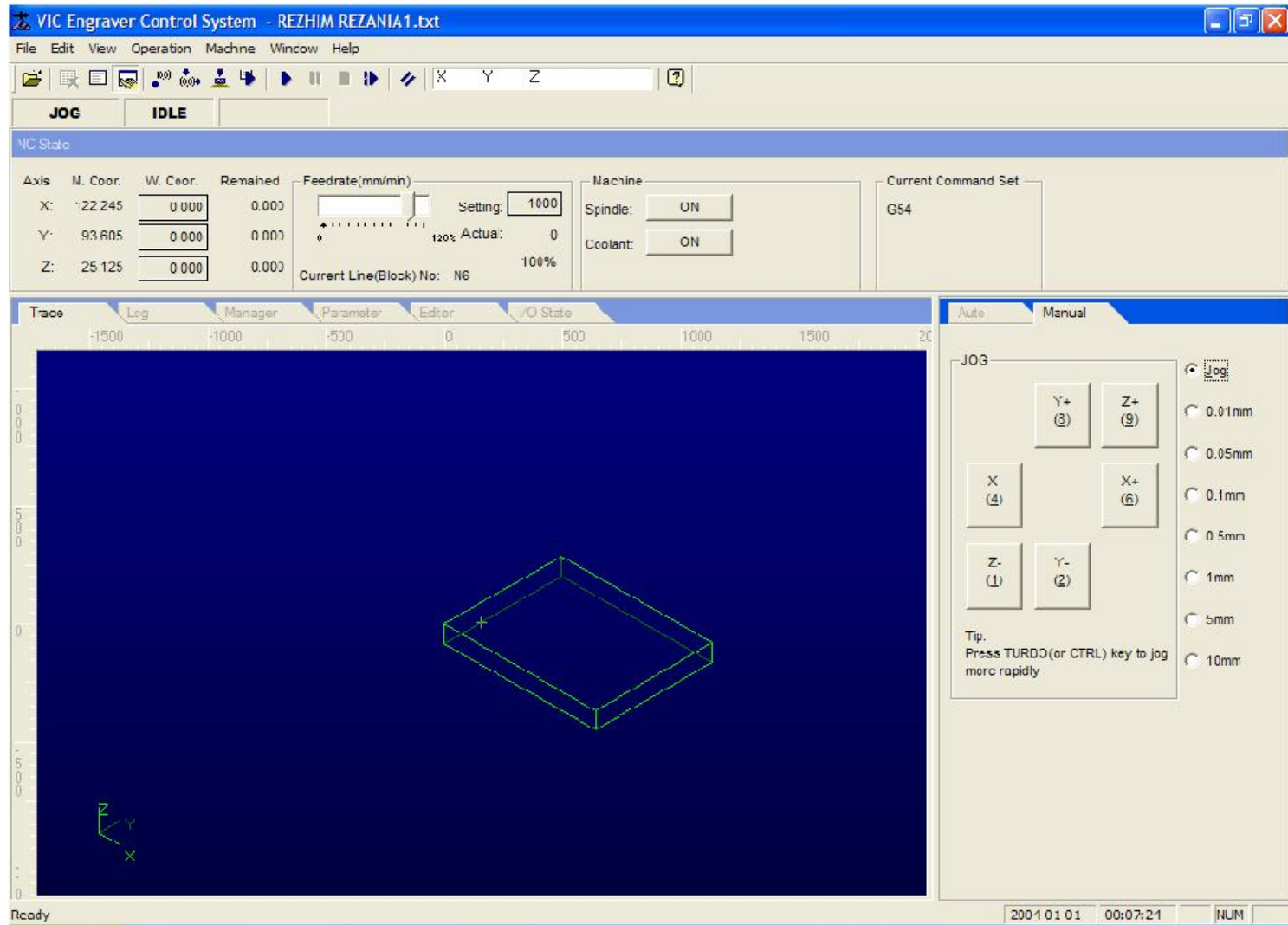
Положение нулевых точек станка М, детали W



Система координат режущего инструмента



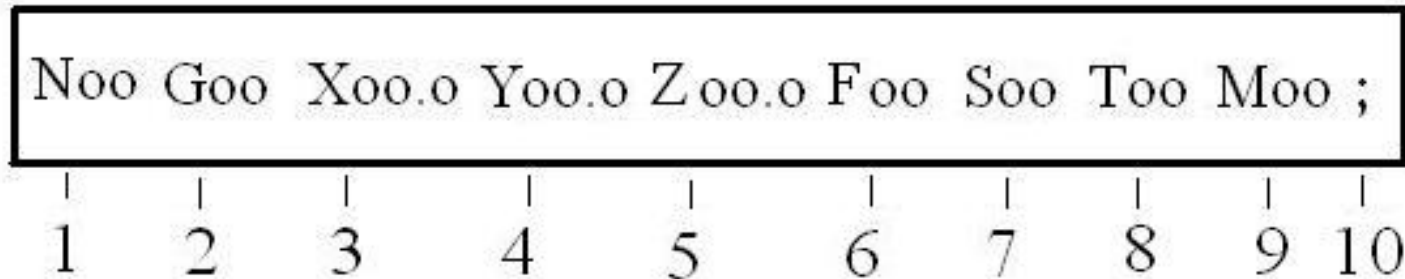
Окно VicStudio™



Структура управляющей программы

Программа записывается кадрами.

Под кадром понимают некоторую совокупность слов данных, расположенных в определенном порядке, которые несут вспомогательную, геометрическую и технологическую информацию.



Структура одного кадра:

1 – порядковый номер кадра; 2 – слово подготовительной функции;
3, 4, 5 – координаты точки траектории перемещения по осям X, Y, Z, мм;
6 – скорость подачи, мм/мин; 7 – частота вращения шпинделя, об/мин;
8 – номер инструмента в магазине станка; 9 – вспомогательная функция; 10 – символ конца кадра.

Слово данных

Слово данных состоит из адреса (прописной буквы латинского алфавита) и цифры, например G91, M30, X10 и т.д.

Слова, описывающие перемещения, могут иметь знак (+) или (-). При отсутствии знака перемещение считается положительным.

Количество слов в кадре переменное.

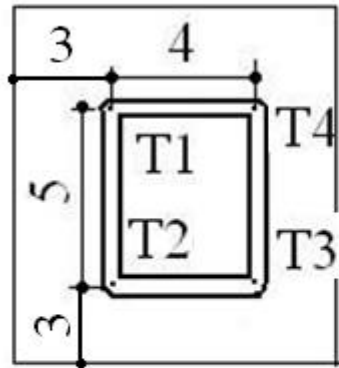
Модальность слов. Слова управляющей программы модальны. Это означает, что если слово в кадре записано, то действие его будет распространяться и на последующие кадры, пока значение слова в некотором кадре не изменится или пока функция слова не будет выключена.

Адреса

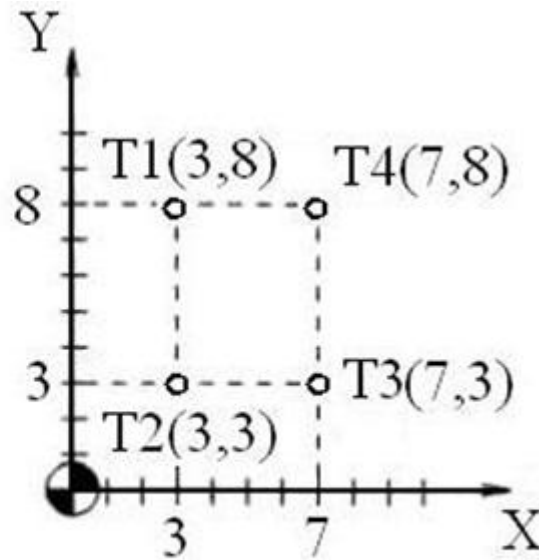
Адреса и их функции

Функция	Адрес	Смысл
Номер кадра	N	Номер кадра
Подготовительная функция	G	Определение вида движения рабочего органа
Размерные слова	X,Y,Z A,B,C,U,V,W	Команды на перемещение по координатам стола, по дополнительным осям
	I,J,K	Расстояние до центра дуги окружности
Величина подачи	F	Задание величины подачи
Частота вращения шпинделя	S	Задание оборотов шпинделя, кода ступени или скорости резания
Номер инструмента	T	Задание номера инструмента для поиска
Вспомогательная функция	M	Указание на двухпозиционное управление (<u>вкл-выкл</u>) на станке
Номер корректора, хранящего данные об инструменте	H D DR	Задание номера корректора инструмента Для коррекции: - на длину, - на радиус, - на <u>скругление</u> .
Пауза	E	Задание величины паузы
Вызов подпрограммы	P	Команда вызова подпрограммы
Радиус дуги окружности	R	Задание радиуса дуги <u>окружности</u> при программировании G2/G3 <u>через радиус</u>

Контрольные точки траектории движения



a



b

Программирование траектории
в системе координат:
a – чертеж изделия; *b* – отсчет в
абсолютных координатах

При абсолютном способе измерения координаты точек отсчитываются от общего начала координат. Задается кодом **G90**.

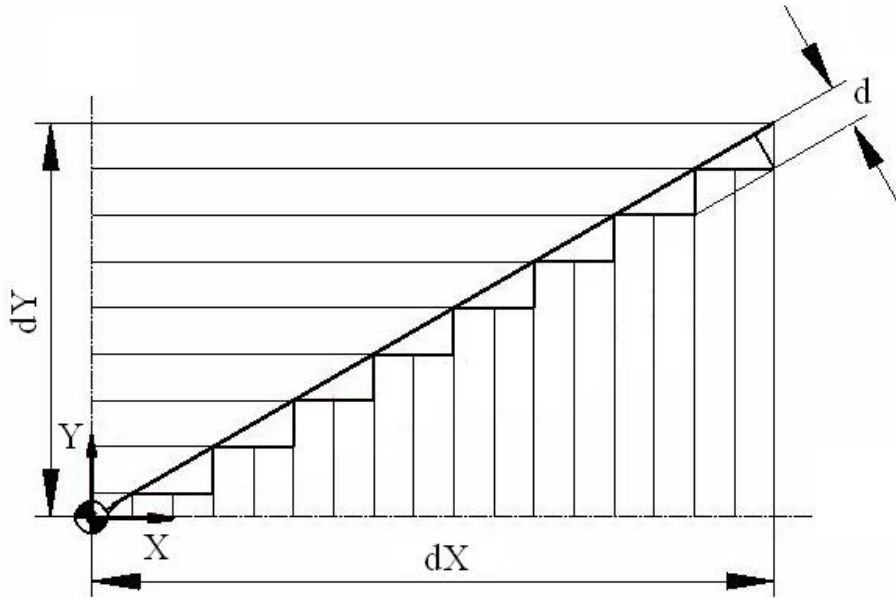
При относительном (инкрементальном) способе измерения начало отсчета постоянно меняется от точки к точке. Координаты T1 отсчитываются от общего начала координат, координаты T2 – от точки T1, координаты T3 – от точки T2, координаты T4 – от T3. Задается кодом **G91**.

Координаты опорных точек паза

Опорные точки паза

Точки	Абсолютные координаты		Относительные координаты	
	Координата по оси X	Координата по оси Y	Координата по оси X	Координата по оси Y
T1	3	8	3	8
T2	3	3	0	-5
T3	7	3	4	0
T4	7	8	0	5

Линейная интерполяция



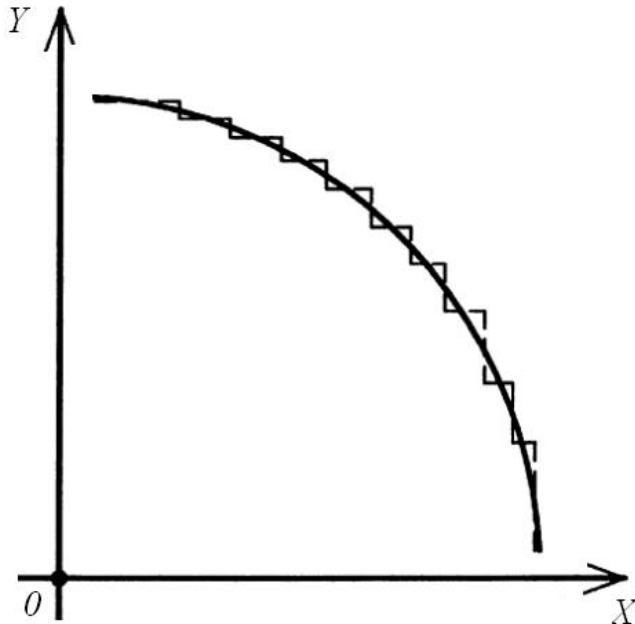
Шаг интерполяции для различных станков равен 0,001 мм или 0,01 мм. Значение d определяет отклонение от заданной геометрии. Однако при небольшом шаге перемещений на один импульс итоговую ломаную кривую можно считать плавной.

Запускается кодами G00 или G01.

Движение может быть ускоренным, например, в период холостого хода, что обеспечивается кодом G00. Для кода G00 скорость подачи в кадре не указывается.

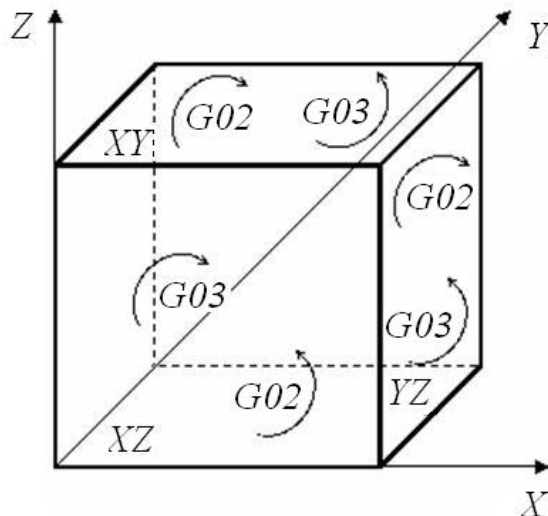
Для кода G01 в кадре указывается значение скорости подачи.

Круговая интерполяция



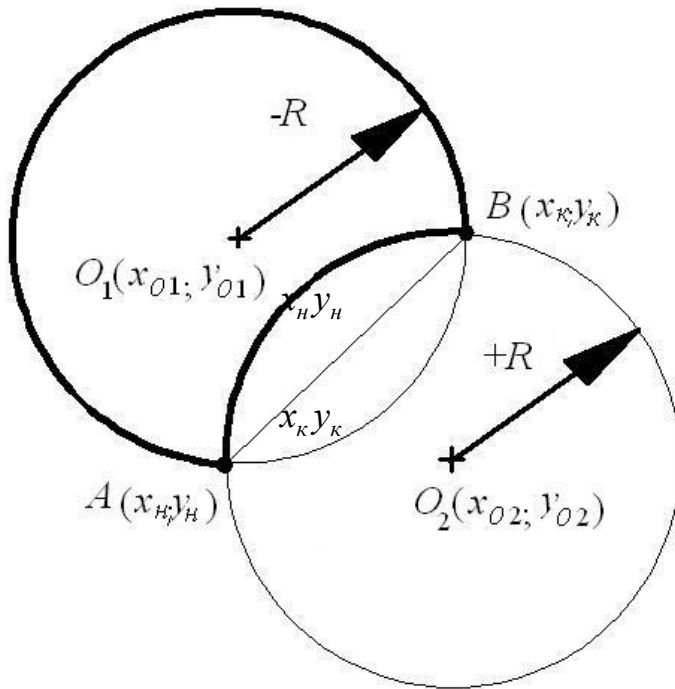
Запускается кодами G02 или G03 - по направлению движения часовой стрелки и против часовой стрелки соответственно.

Дуга окружности заменяется ступенчатой линией, которая при малости шага ступенек близка по форме к дуге



Для программирования круговой интерполяции в плоскости XY используется код G17, в плоскости XZ – G18, в плоскости YZ – G19.

Способы программирования окружности



1. Пусть на чертеже изделия заданы координаты начальной точки A и конечной точки B , через которые проходит дуга окружности радиуса R . Через указанные точки можно провести две окружности с центрами в точках O_1 и O_2 , расположенных справа и слева от прямой линии AB .

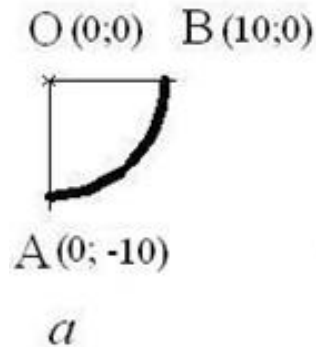
Если сегмент меньше полукруга и центр окружности расположен вне сегмента, то радиус окружности принимается со знаком плюс (+).

Если дуга окружности опирается на угол 180° , то значение R принимается со знаком плюс (+).

Способы программирования окружности

- **Способ 2 – по координатам центра**
- Для программирования окружности или ее дуги часто центр окружности задают относительными (инкрементальными) координатами дополнительных осей I, J, K , расположенных вдоль осей X, Y, Z соответственно. Параметры осей I, J, K устанавливают расстояние между начальной точкой A и центром M дуги окружности. Знак определяется направлением вектора от A к M .
- **Для описания дуги окружности задают координаты конечной точки и с помощью осей I, J, K определяют относительные координаты центра окружности. Для этого начальную точку соединяют радиусом-вектором с центром окружности и определяют координаты и знак конца вектора.**

Способы программирования окружности



Дано. Дуга окружности АВ (рис. а) в плоскости ХУ (код **G17**).

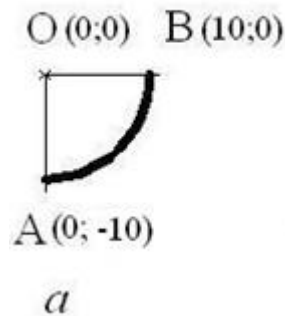
Решение 1. Начальная точка А. Условно проведем хорду АВ. Сегмент, часть круга, отсекаемая хордой, меньше полукруга, центр круга расположен вне сегмента, следовательно, радиус окружности имеет знак плюс (+). Кадр управляющей программы будет иметь вид:

N20 G17 G03 X10.0 Y0.0 R10;.

Решение 2. Из начальной точки А проведем радиус-вектор к центру дуги окружности и найдем координаты радиус-вектора. Получим $X=0$, $Y=+10$. Кадр:

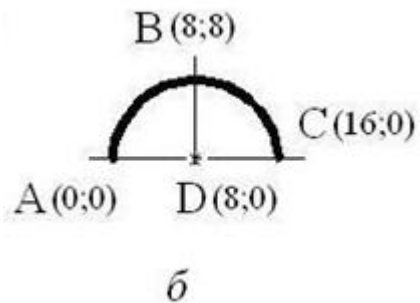
N20 G17 G03 X10.0 Y0.0 I 0.0 J+10;.

Способы программирования окружности



- **Пример 2.** Дано. Дуга окружности АВ (рис. а). Начальная точка В.
- *Решение:*
- – по способу 1: условно проводим хорду ВА; отсеченный сегмент, часть круга меньше полукруга, центр окружности О расположен вне сегмента (для *R* знак +), тогда получим следующий кадр:
N20 G17 G02 X0.0 Y-10.0 R10;
- – по способу 2: записываем координаты конечной точки А – X0.0 Y-10.0; проводим радиус-вектор ВО и по нему с помощью осей *I*, *J* относительно точки В записываем координаты центра О (-10, 0):
N20 G17 G02 X0.0 Y-10.0 I -10.0 J0;;
- где G02 – код, учитывающий перемещение режущего инструмента по часовой стрелке.

Способы программирования окружности



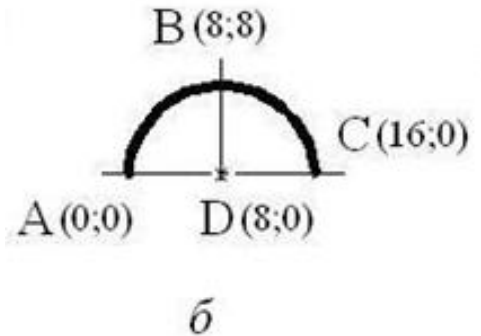
- **Пример 3.** Дано. Дуга окружности ABC (рис. б). Начальная точка A.
- *Решение по способу 1.* Дугу ABC можно разбить на две дуги: AB и BC с радиусом 8 мм. Условно проведем хорды AB и BC. Отсеченные ими сегменты меньше полукруга и центр окружности расположен вне сегментов, следовательно, радиус принимается со знаком плюс (+). Кадры:
 - для дуги AB N25 G17 G02 X8.0 Y8.0 R+8;
 - для дуги BC N26 G17 G02 X16.0 Y0.0 R+8;.
- Можно написать кадр сразу для полукруга с радиусом $R=+8$ мм:

N25 G17 G02 X16.0 Y0.0 R+8;

Решение по способу 2. Решим задачу с помощью I, J слов данных. Из начальной точки A условно проведем радиус-вектор к центру окружности точке D и определим его координаты на оси I, J, параллельные осям X и Y. Тогда получим кадры:

- для дуги AB N25 G17 G02 X8.0 Y8.0 I8 J0;
- для дуги BC N26 G17 G02 X16.0 Y0.0 I0 J-8;
- для дуги ABC N27 G17 G02 X16.0 Y0.0 I8 J0;

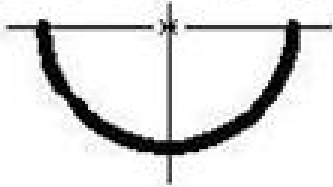
4 Способы программирования окружности



- **Пример 4.** Дано. Дуга окружности ABC (рис. б). Начальная точка C.
- *Решение.* Кадр для полукруга:
- N25 G17 G03 X0.0 Y0.0 R+8;
- или N27 G17 G03 X0.0 Y0.0 I-8 J0;.

5 Способы программирования окружности

A (3;0) D (6;0) B (9;0)



в

Пример 5. Дано. Дуга окружности АВ (рис. в).

Решение:

– начальная точка траектории А. Кадры:

N30 G17 G03 X9.0 Y0.0 R+3;

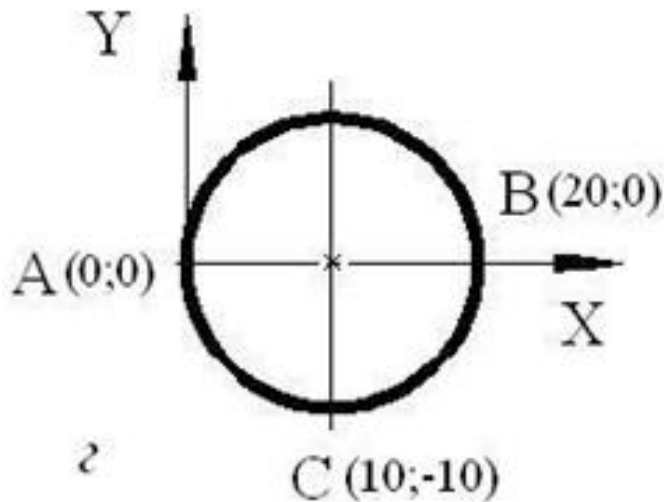
или N31 G17 G03 X9.0 Y0.0 I+3 J0;.

– начальная точка траектории В. Кадры:

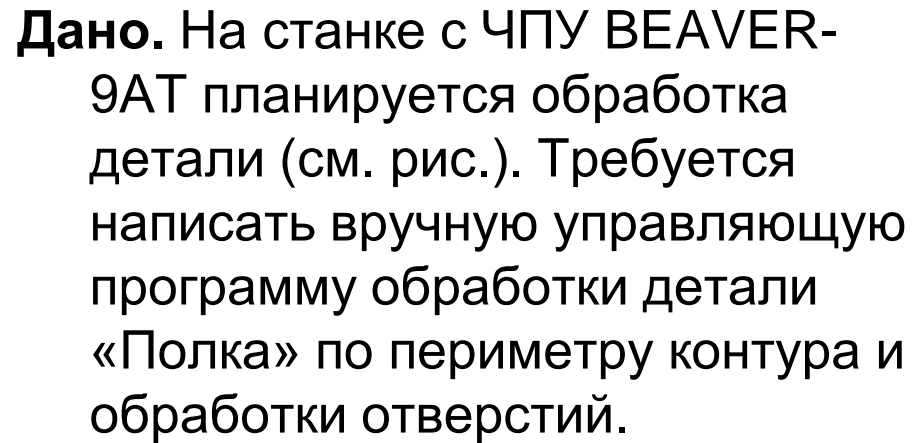
N40 G17 G02 X3.0 Y0.0 R+3;

или N41 G17 G02 X3.0 Y0.0 I-3 J0;.

6 Способы программирования окружности



- **Пример 6.** Дано. Замкнутый круг (рис. 2).
- *Решение.* Для решения задачи окружность можно поделить на четыре или две части и для каждой написать кадры. Начальная и конечная точки траектории находятся в точке A. Кадры:
 - N50 G17 G02 X0.0 Y0.0 I+10 J0;
 - или
 - N51 G17 G02 X10.0 Y-10.0 R-10;
 - N52 G17 G02 X0.0 Y0.0 R+10;



- Начало координат детали W пометим в точку А.

А, Б, В, Г – угловые точки контура детали; Д, Е – положения центров окружностей отверстий; Ф1, Ф2 – положение фрезы в момент врезания в заготовку при обработке отверстий; 1, 2 – точки эквидистантной траектории в начале обработки отверстий; ф1, ф2 – точки выхода с эквидистантной траектории; Н – начало программы; К – конец обработки контура

Решение

- *Решение.* 1. Поскольку контуры обрабатываемых поверхностей детали формируются режущими кромками фрезы, расположенными на расстоянии радиуса $R = 5$ мм от геометрической оси ее вращения, то траектория перемещения фрезы будет отстоять на расстоянии радиуса $R = 5$ мм. Фреза должна перемещаться по эквидистантной траектории, равно удаленной от контура детали. Эквидистантная траектория показана на рисунке тонкими линиями (прямыми и окружностями).
- 2. Начало координат детали W расположим в точке A .
- 3. При обработке отверстий фреза должна выйти на эквидистантную траекторию не по прямой линии, а по дуге окружности радиусом $R = 10$ мм.

Решение

- 4. По размерам детали найдем координаты характерных точек эквидистантной траектории, центров отверстий и др.:
- A1 (-5; -5); Б1 (-5; 305); В1 (215; 305); Г1 (215; -5);
- Д(50; 200); Е(130; 90); 1(25; 200); 2(95; 90);
- Ф1(35; 210); Ф2(95; 100);
ф1(35; 190); ф2(95; 80);
- Н(-10; -30); К(-35; -5).
- 5. Составляем управляющую программу

%	Символ начала и конца программы.
O0001 (POLKA ABS)	Обозначение, название, абсолютная система координат.
N1 G21 G40 G49 G54 G80 G90	Кадр безопасности.
N2 G01 X-10 Y-30 S6000 F1000 M03	Перемещение в точку Н с вращением шпинделя по часовой стрелке (M03).
N3 Z-20	Перемещение вниз на 20 мм.
N4 G01 X-5 Y-5	Перемещение к точке А ₁ .
N5 X-5 Y305	Перемещение к точке В ₁ .

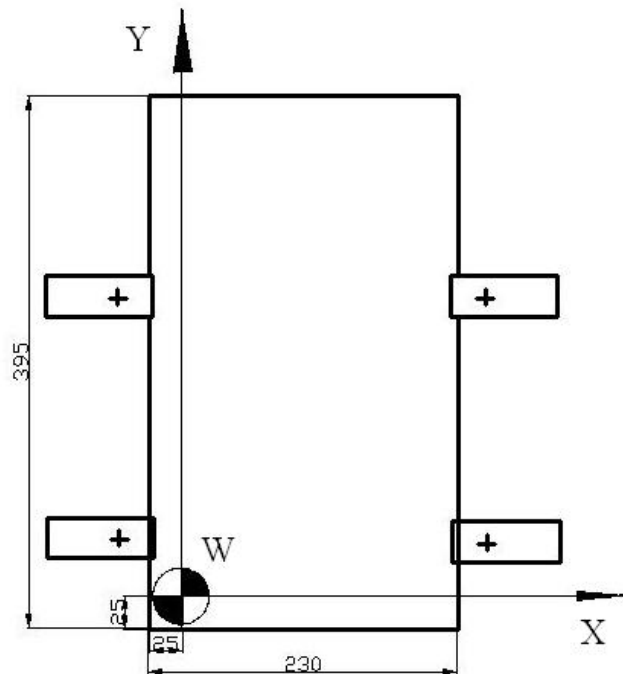
Решение

N6 X215 Y305	Перемещение к точке B_1 .
N7 X215 Y-5	Перемещение к точке Γ_1 .
N8 X-35 Y-5	Перемещение к точке К.
N9 G00 Z20	Подъем фрезы над поверхностью детали на 20 мм.
N10 X35 Y210	Перемещение фрезы в точку Φ_1 в режиме G00 (с максимальной подачей).
N11 G01 Z-20 F500	Заглубление в заготовку для обработки поверхности отверстия.
N12 G17 G03 X25 Y200 R10	Круговая интерполяция в плоскости XY, против направления часовой стрелки, перемещение к точке 1 эквидистантной траектории.
N13 X25 Y200 R25	Обработка поверхности отверстия, круговая интерполяция.
N14 X35 Y190 R10	Выход с эквидистантной траектории в точку ϕ_1 .

Решение

N15 G00 Z20	Подъем фрезы над поверхностью детали на 20 мм с максимальной подачей G00.
N16 X95 Y100	Прямолинейное перемещение к точке Φ_2 .
N17 G01 Z-20 F500	Заглубление в заготовку для обработки поверхности отверстия.
N18 G17 G03 X95 Y90 R10	Круговая интерполяция в плоскости XY, против направления часовой стрелки, перемещение к точке 2 эквидистантной траектории.
N19 X95 Y90 R35	Обработка поверхности отверстия, круговая интерполяция.
N20 X95 Y800 R10	Выход с эквидистантной траектории в точку ϕ_2 .
N21 G00 Z20	Подъем фрезы над поверхностью детали на 20 мм с максимальной подачей G00.
N22 X-10 Y-30	Перемещение фрезы в точку Н начала программы
N23 M2	Конец программы.
%	

Пример составления программы

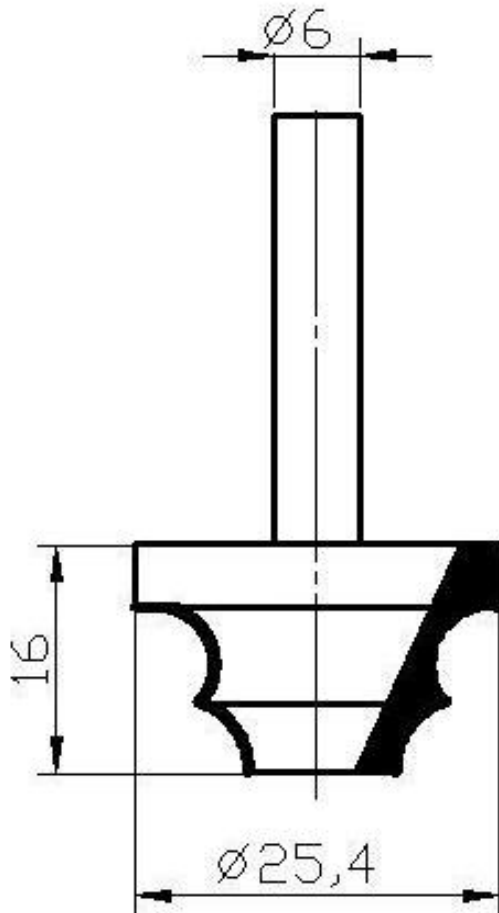


Заготовка

Фреза

Для профильного фрезерования
выбрана фреза RR42543
компании FERUM GRUP SRL.

Фреза хвостовая твердосплавная с
количеством зубьев $Z = 2$





**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ =)**

